

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-107518

(43)Date of publication of application : 24.04.1998

(51)Int.Cl.

H01P 5/107

H01L 23/12

H01P 3/00

H01P 3/12

H05K 3/46

(21)Application number : 08-258824

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 30.09.1996

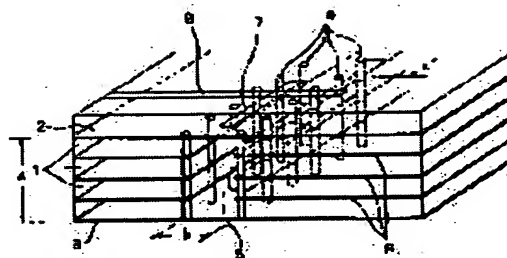
(72)Inventor : UCHIMURA HIROSHI
TAKENOSHITA TAKESHI

(54) DIELECTRIC WAVEGUIDE LINE AND WIRING BOARD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dielectric waveguide line which is used for a transmission line in the high density wiring board with high density, coupled with other high frequency transmission lines, easily manufactured by using a lamination technology and whose characteristics are made stable in a high frequency region and to provide the wiring board.

SOLUTION: A dielectric waveguide line 5 is formed with a region surrounded by a couple of main conductor layers 2, 3 formed in parallel with a dielectric body 1 inbetween and two-line of viahole groups 4 formed to connect electrically the main conductor layers 2, 3, a slot hole 7 is formed to at least one of the main conductor layers and coupled electromagnetically with a microstrip line or a coplaner line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the slot for making one [at least] initiative body whorl carry out an electromagnetic coupling to the RF transmission line in the dielectric-waveguide track which transmits an electrical signal by the waveguide field which was equipped with the following and surrounded by the aforementioned initiative body whorl and the aforementioned Bahia hall group -- the dielectric-waveguide track characterized by forming a hole The initiative body whorl of the couple formed in parallel on both sides of the dielectric The Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned initiative body whorls might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length

[Claim 2] the aforementioned RF transmission line -- from a microstrip line -- becoming -- the aforementioned slot -- the dielectric-waveguide track according to claim 1 which is formed in the position which stands face to face against a hole, and is characterized by the bird clapper

[Claim 3] the aforementioned RF transmission line -- from a coplanar track -- becoming -- the aforementioned slot -- the dielectric-waveguide track according to claim 1 which is formed in the initiative body whorl in which the hole was formed, and is characterized by the bird clapper

[Claim 4] The wiring substrate possessing the dielectric substrate characterized by providing the following, a dielectric-waveguide track, and a microstrip line the aforementioned dielectric-waveguide track forms in parallel on both sides of a dielectric -- having -- and at least one side -- a slot -- the initiative body whorl of the couple in which the hole was formed The Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned initiative body whorls might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length

[Claim 5] The wiring substrate possessing the dielectric substrate characterized by providing the following, a dielectric-waveguide track, and a coplanar track the aforementioned dielectric-waveguide track forms in parallel on both sides of a dielectric -- having -- and at least one side -- a slot -- the initiative body whorl of the couple in which the hole was formed The Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned initiative body whorls might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to wiring substrates, such as a multilayer-interconnection substrate, a semiconductor package, etc. possessing the dielectric-waveguide track for mainly transmitting the signal of RFs, such as microwave and a millimeter wave, and it.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a track for transmitting the signal of the RF of microwave or a millimeter wave, the coaxial track, the waveguide, the dielectric waveguide, the microstrip line, etc. are known.

[0003] Moreover, by recently, in the wiring circuit, two or more tracks where kinds differ are arranged, the joint technology of these mutuals is needed, and various methods also as the joint method are reported. For example, combination of a coaxial track, a waveguide, or a dielectric waveguide inserts the signal line of a coaxial track into a waveguide, and is combined. In addition, combination with the strip line and a microwave track is performed by the electromagnetic coupling.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It continues till recently, and to form a dielectric waveguide with laminating technology in the wiring substrate of multilayer structure is desired, for example, a dielectric substrate is pinched by the initiative body whorl of a couple in JP,6-53711,A, and the waveguide track in which the side attachment wall was formed is proposed by the Bahia hall group arranged in the biseriate which connects between conductor layers further. the false conductor according [this waveguide track] the four way type of dielectric materials to the initiative body whorl and the Bahia hall group of a couple -- surrounding with a wall -- a conductor -- let the Kabeuchi field be a track for signal transduction

[0005] When mainly using as the transmission line of the ceramic multilayer substrate for microwave and millimeter waves, or a semiconductor package, the laminating type dielectric-waveguide track arranged in the interior of such a wiring substrate Although it is possible to connect through the microstrip line and coplanar track which are formed in a substrate front face in order to connect with IC element and the RF element which were mounted in the substrate front face Until now, the present condition was that the joint structure of the above-mentioned laminating type dielectric-waveguide track and other transmission lines is not examined concretely.

[0006] However, there are the following troubles in the track of these former. First, although the strip line or a microstrip line is very simple for the composition and it is suitable for production by lamination technology, there is a trouble that a transmission characteristic deteriorates, with a millimeter wave band 30GHz or more.

[0007] On the other hand, although the waveguide is very excellent in the transmission characteristic, there is a fault that it is large in size. For example, even if it is standard 60GHz rectangular waveguide of **, the bore is too large for being 3.76mmx1.88mm and applying to the multilayer substrate or semiconductor package for microwave or millimeter waves. On the other hand, when the dielectric

waveguide with which the dielectric was got blocked in the interior sets specific inductive capacity of a dielectric to epsilon, waveguide size is $1/\epsilon^{1/2}$. Since it becomes, size of a waveguide can be made small by using a dielectric with large specific inductive capacity. however -- fundamental -- the outside of a dielectric -- a conductor -- since it needed to be covered with the wall, it was difficult to produce with lamination technology

[0008] Moreover, the waveguide track using the dielectric substrate shown in JP,6-53711,A is excellent in the point of aiming at improvement in productivity while attaining the unification with a dielectric substrate and a waveguide. However, there was a problem of changing a transparency property by slight change of the frequency to be used. Moreover, the frequency to be used is restricted, in order to apply to a multilayer substrate or a semiconductor package, when the specific inductive capacity of a dielectric substrate is low. For example, it is unrealizable, unless it is RF region about 100GHz or more, in order to set transmission-line width of face to 1mm or less. Moreover, since many dielectric substrates had the large dielectric dissipation factor, even if they took waveguide structure, they had the trouble that dielectric loss was large.

[0009] Therefore, the purpose of this invention can be used as the transmission line in a multilayer substrate or a semiconductor package, and is to offer a producible dielectric-waveguide track and a wiring substrate easily using lamination technology.

[0010]

[Means for Solving the Problem] a part of initiative body whorl [in / a dielectric-waveguide track / as a result of artificers' repeating examination about the joint structure of a laminating type dielectric-waveguide track and other transmission lines] -- a slot -- a hole -- forming -- this slot -- it finds out that it is combinable by confronting other transmission lines through a hole

[0011] Namely, the initiative body whorl of the couple by which the dielectric-waveguide track of this invention was formed in parallel on both sides of the dielectric, The Bahia hall group of the biseriate formed so that between the aforementioned initiative body whorls might be electrically connected in the direction of signal transduction at intervals of below a cutoff wave length is provided. the slot for making one [at least] initiative body whorl carry out an electromagnetic coupling to the RF transmission line in the dielectric-waveguide track which transmits an electrical signal by the waveguide field surrounded by the aforementioned initiative body whorl and the aforementioned Bahia hall group -- it is characterized by forming a hole

[0012] moreover, the wiring substrate possessing a dielectric substrate, the aforementioned dielectric-waveguide track, and a microstrip line -- setting -- one [at least] initiative body whorl of the aforementioned dielectric-waveguide track -- a slot -- a hole forms -- having -- the aforementioned microstrip line -- the aforementioned slot -- it is characterized by carrying out the electromagnetic coupling of the aforementioned dielectric-waveguide track and the aforementioned microstrip line by forming in the position which stands face to face against a hole

[0013] moreover, the wiring substrate possessing the aforementioned dielectric-waveguide track and a coplanar track -- setting -- one [at least] initiative body whorl of the aforementioned dielectric-waveguide track -- a slot -- a hole forms -- having -- the aforementioned coplanar track -- the aforementioned slot -- the initiative body whorl in which the hole was formed -- the aforementioned slot -- it is characterized by carrying out the electromagnetic coupling of the aforementioned dielectric-waveguide track and the aforementioned coplanar track by making it connect with a hole

[0014]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is an outline perspective diagram for explaining one example of the dielectric-waveguide track of this invention. As for a dielectric substrate, and 2 and 3, in drawing 1 , 1 is [an initiative body whorl and 4] the Bahia halls.

[0015] According to drawing 1 , on both sides of the dielectric 1, the initiative body whorls 2 and 3 of a couple are formed in parallel with the predetermined interval a. The initiative body whorls 2 and 3 are formed in the whole surface of the vertical side of a dielectric 1 which faces across a track formation position at least. Moreover, between the initiative body whorl 2 and 3, many Bahia halls 4 which

connect the initiative body whorls 2 and 3 electrically are formed. Bahia hall 4 group has the predetermined interval b, and is arranged by the biseriate, and each of the Bahia hall has the predetermined interval c in the direction of signal transduction, i.e., the track formation direction, and is formed in it.

[0016] In this structure, although there is especially no limit to the predetermined interval a, in using by the single mode, to the aforementioned interval b, it is good to consider as about $b/2$ and about $2b$, and the predetermined interval c forms the electric wall by being set as the interval below a cutoff wave length.

[0017] Since a TEM wave can be spread between the initiative body whorl 2 of the couple set in parallel, and 3, if the interval c of the Bahia hall 4 is larger than cutoff-wave-length λ_{dc} , even if it supplies electric power to this track in an electromagnetic wave, it will not spread along with the false waveguide made here. However, if the Bahia hall interval c is smaller than cover wavelength λ_{dc} , an electromagnetic wave cannot be perpendicularly spread to the transmission line, but it will be spread in the direction of the transmission line, reflecting. Consequently, according to the composition of drawing 1, the field A of the size of cross-section $a \times b$ surrounded by the initiative body whorls 2 and 3 and many Bahia hall 4 groups serves as the dielectric-waveguide track 5.

[0018] in addition, the false conductor arrange Bahia hall 4 group not only in a biseriate but in four trains or six trains, and according to the Bahia hall 4 -- forming a wall in a duplex and Mie -- a conductor -- the leakage of the electromagnetic wave from a wall can be prevented more

[0019] Moreover, in this dielectric-waveguide track, it is desirable to form the subconductor layer 6 which was connected with the Bahia hall 4 which forms the side attachment wall of a waveguide track among the initiative body whorls 2 and 3, and was formed in parallel with the initiative body whorls 2 and 3. If it sees from the interior of a waveguide track by formation of this subconductor layer 6, the side attachment wall of a track can heighten the shielding effect of the electromagnetic wave from [from a bird clapper] a track in the shape of [fine] a grid by the Bahia hall 4 and the subconductor layer 6.

[0020] moreover, the slot which does not form a conductor at least in one side among the initiative body whorls 2 and 3 in the above-mentioned dielectric-waveguide track according to this invention -- a hole 7 is formed this slot -- according to [a hole 7 is formed in the part which faces the field A in the waveguide track of an initiative body whorl as a long hole, and] drawing 1 -- a slot -- it is formed so that the longitudinal direction of a hole 7 may become the direction of a waveguide track, and parallel and the slot formed in the initiative body whorl 2 -- a microstrip line 8 forms in the position which stands face to face against a hole 7 as the RF transmission line -- having -- this slot -- the electromagnetic coupling of the waveguide track 5 and the microstrip line 8 is carried out through a hole 7

[0021] In this joint structure, if a in the dielectric-waveguide track 5 and b are made the relation of $a \ll 2b$, it will become the waveguide and analogous structure which spread TE₁₀ which makes the vertical side of a dielectric 1 the field which becomes electric field and parallel as the dominant mode, and the mode near a TEM wave will spread by the microstrip line 8 in the joint structure of drawing 1. therefore -- if wavelength of the electromagnetic wave made to spread is specifically set to λ -- the length from the center of the slot of a microstrip line 8 to a track edge -- about $\lambda/4$ and a slot -- if the longitudinal direction length of a hole 7 is made about into $\lambda/2$, an electromagnetic coupling can be carried out to the waveguide track 5

[0022] the joint structure according [drawing 2 (b) which is the X-X' cross section of drawing 2 (a) which is the plan of above-mentioned drawing 1 and drawing 1, and drawing 2 (a)] to the TE₁₀ mode of a microstrip line 8 and the waveguide track 5 -- it is -- this RF transmission line 8 -- superficial -- seeing -- a slot -- it is formed so that the direction of the transmission line may cross right-angled in the center section of the waveguide track to the longitudinal direction of a hole 7 And if length d with the edge of a microstrip line 8 and the waveguide track 5 is made about into $\lambda/4$, with the electric wave which progressed to above [of drawing], the electric wave (electric wave to which drawing progressed caudad) which was reflected at the end and became an opposite phase will be in phase, and will be added, and a good property will be acquired.

[0023] Moreover, drawing 3 is the joint structure by the TM11 mode of a microstrip line 8 and the waveguide track 5. it is shown in the plan of drawing 3 (a), and the Y-Y' cross section in drawing 3 (a) -- as -- a slot -- it forms so that the longitudinal direction of a hole 7 may become right-angled to the direction of a track of the dielectric-waveguide track 5 -- having -- a microstrip line 8 -- a slot -- it is formed so that the direction of the transmission line may cross right-angled in the center section of the waveguide track to the longitudinal direction of a hole 7 and a slot -- if length e of a hole 7 and the edge of the waveguide track 5 is made about into $\lambda/4$, a good property will be acquired like the case in the TE10 mode

[0024] the structure shown in drawing 1 or drawing 3 -- a dielectric-waveguide track and a microstrip line -- electromagnetism -- it is combined-like and transfer of the signal between both line ways is attained And the microstrip line formed in the front face of the above-mentioned wiring substrate, and IC element and the RF element mounted in the wiring substrate front face are electrically connected as a wiring substrate, and the transfer of a signal with IC element or the RF transmission line of a RF waveguide track is attained through a microstrip line according to drawing 1 or junction structure with drawing 3's .

[0025] Next, drawing 4 shows the joint structure by the TE10 mode of a waveguide track and a coplanar track, (a) is a plan and (b) is the X-X' cross section. the slot which becomes the initiative body whorl 2 from a long hole according to drawing 4 -- the hole 9 is formed in the direction where a longitudinal direction is parallel to the direction of a track of the waveguide track 5 moreover, the coplanar track 9 -- SUROTSU -- the slot which is formed in the initiative body whorl 2 in which the hole 9 was formed, and was formed in the initiative body whorl 2 -- it is connected so that it may intersect perpendicularly with a hole 9

[0026] Moreover, drawing 5 shows the joint structure by the LSE mode of a waveguide track and a coplanar track, (a) is a plan and (b) is the Y-Y' cross section. the slot which becomes the initiative body whorl 2 from a long hole according to drawing 5 -- the hole 9 is formed in the direction where a longitudinal direction is perpendicular to the direction of a track of the waveguide track 5 moreover, the coplanar track 10 -- SUROTSU -- the slot which is formed in the initiative body whorl 2 in which the hole 9 was formed, and was formed in the initiative body whorl 2 -- it is connected so that it may intersect perpendicularly with a hole 9

[0027] the structure shown in drawing 4 and drawing 5 -- the dielectric-waveguide track 5 and the coplanar track 10 -- electromagnetism -- it is combined-like and transfer of the signal between both line ways is attained And as a wiring substrate, the above-mentioned coplanar track is electrically connected with IC element or a RF element, and the transfer of a signal of a RF waveguide track is attained through a coplanar track according to junction structure with the aforementioned coplanar track.

[0028] Since it becomes a dielectric waveguide, when specific inductive capacity of a dielectric 1 is set to ϵ according to the above-mentioned waveguide track, waveguide size is $1/\epsilon^{1/2}$ of the usual waveguide. It becomes a size. Therefore, waveguide size can be made small and becomes the size which can be used as the transmission line of the multilayer-interconnection substrate or semiconductor package in which wiring is formed with high density, so that material with large specific inductive capacity constitutes a dielectric 1.

[0029] If it has the property which functions as a dielectric and does not bar transfer of a RF signal as a dielectric 1 in this invention, although it does not especially limit, the dielectric 1 from the point of the precision at the time of forming a track and the ease of manufacture has ceramics to a desirable bird clapper so that it may mention later.

[0030] Although the ceramics which have various specific inductive capacity as dielectric ceramics until now are known, in order to transmit the signal of a RF on the waveguide track of this invention, as for dielectric ceramics, it is desirable that they are paraelectrics. Generally this is because as for ferroelectric ceramics dielectric loss becomes large in a RF field and transmission loss becomes large. Therefore, four to about 100 are suitable for the specific inductive capacity of a dielectric substrate.

[0031] Moreover, when it uses so that the upper part may become the electromagnetic-field distribution rolled in parallel with an H plane, i.e., the field of the upper and lower sides of a magnetic field, using

the material of specific inductive capacity 100 since the line breadth of the wiring layer generally formed in a wiring substrate or a package was 1mm at the maximum, the minimum frequency which can be used is computed with 15GHz, and is that a microwave range can also be used. On the other hand, although a resin is generally used as a dielectric substrate, since specific inductive capacity is about about two, when line breadth is 1mm, it cannot be used unless the dielectric which consists of this resin is about 100GHz or more.

[0032] Moreover, all paraelectrics cannot be used although there is much what has a very small dielectric dissipation factor in such paraelectrics ceramics like an alumina and a silica. In the case of a waveguide, there is almost no loss by the conductor and most losses at the time of a signal transmission are losses by the dielectric. The loss α by the dielectric (dB/m) is expressed as follows.

[0033]

$\alpha = 27.3 \text{ and } \tan \delta / \lambda / \{1 - (\lambda / \lambda_{dc})^2\}^{1/2}$ The inside of a formula, and dielectric dissipation factor λ_{dc} of a $\tan \delta$: dielectric : dielectricity -- wavelength in the living body and λ_{dc} : if it applies to the rectangular-waveguide (WRJ series) configuration by which cutoff-wave-length standardization was carried out -- $\{1 - (\lambda / \lambda_{dc})^2\}^{1/2}$ of several 1 inside It is about 0.75. Therefore, in order to carry out to below the transmission loss -100 (dB/m) that may ** to practical use, it is required to choose a dielectric so that a relation with the two following may be materialized.

[0034] f is frequency (GHz) to be used among $f - \epsilon / 2$, and $\tan \delta \leq 0.8$ formula.

[0035] The dielectric-waveguide track shown in drawing 1 or drawing 5 is easily producible by the same method as ceramic multilayering technology. For example, a sheet-like Plastic solid (green sheet) is produced for the ceramic powder which can form a dielectric 1 by the doctor blade method or the rolling-out method.

[0036] And the Bahia hall which prints metallizing ink according to the conductor pattern of each class according to each layer, and forms the side-attachment-wall section of a dielectric-waveguide track is formed with punching, laser, etc. to the green sheet, and it is filled up with metallizing ink in the hole. Thus, the waveguide track and wiring substrate of this invention can be formed by an initiative body whorl, a subconductor layer, and the Bahia hall carrying out alignment of the green sheet of formation **** plurality, carrying out a laminating, and carrying out simultaneous baking of these.

[0037] When manufacturing with this simultaneous baking technology (for example, when dielectric ceramics are aluminas), an initiative body whorl, a subconductor layer, the Bahia hall, and the RF transmission line are formed by refractory metals, such as W and Mo, and, in the case of a crystallized glass etc., dielectric ceramics should just form an initiative body whorl, a subconductor layer, the Bahia hall, and the RF transmission line with copper, silver, etc.

[0038]

[Effect of the Invention] according to [as explained in full detail above] the waveguide track of this invention -- a part of initiative body whorl -- a slot -- by forming a hole, an electromagnetic coupling can be easily carried out to other RF transmission lines, and transfer of a signal is attained And by being able to apply the conventional ceramic laminating technology, and being able to produce easily, and using ceramics with high specific inductive capacity, the waveguide track and wiring substrate which have this structure can be enough applied to a multilayer-interconnection substrate, a semiconductor package, etc. of high-density wiring, and can form the waveguide track of the property stabilized from the microwave to the millimeter wave.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an outline perspective diagram for explaining the joint structure in the TE10 mode of the waveguide track and microstrip line in this invention.

[Drawing 2] They are the (a) plan of the joint structure of drawing 1 , and the X-X' cross section of (b) and (a).

[Drawing 3] They are the (a) plan for explaining the joint structure in the TM11 mode of the waveguide track and microstrip line in this invention, and the Y-Y' cross section of (b) and (a).

[Drawing 4] They are the (a) plan for explaining the joint structure in the TE10 mode of the waveguide track and coplanar track in this invention, and the X-X' cross section of (b) and (a).

[Drawing 5] They are the (a) plan for explaining the joint structure in the TM11 mode of the waveguide track and coplanar track in this invention, and the Y-Y' cross section of (b) and (a).

[Description of Notations]

- 1 Dielectric Substrate
- 2 Three Initiative body whorl
- 4 Bahia Hall
- 5 Waveguide Track
- 6 SubConductor Layer
- 7 and 9 a slot -- hole
- 8 Microstrip Line
- 10 Coplanar Track

[Translation done.]

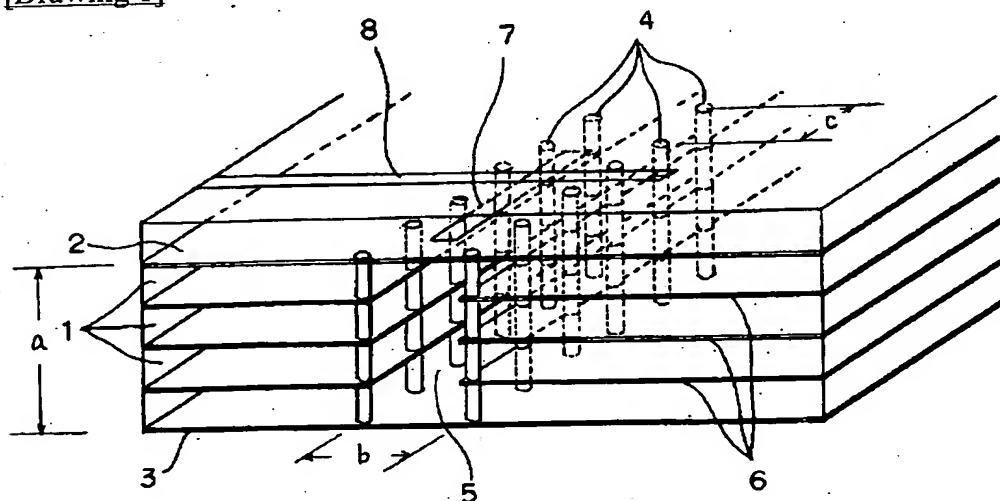
***NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

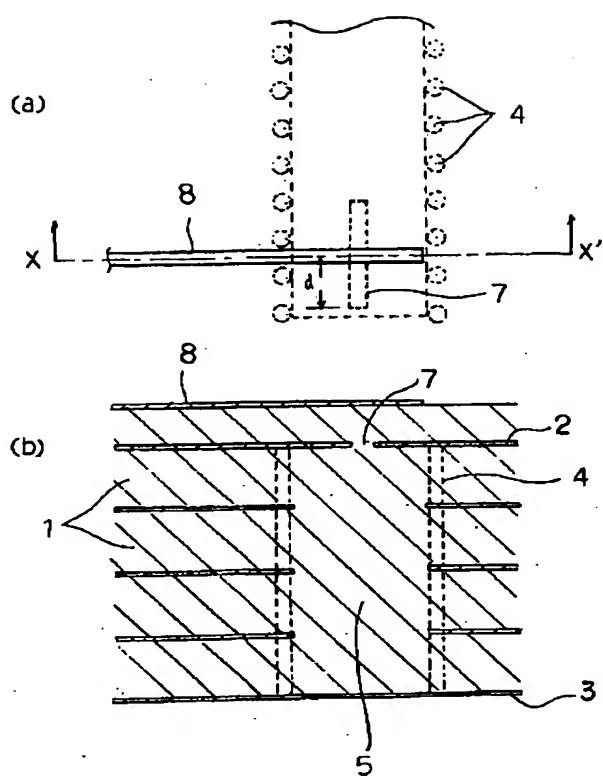
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

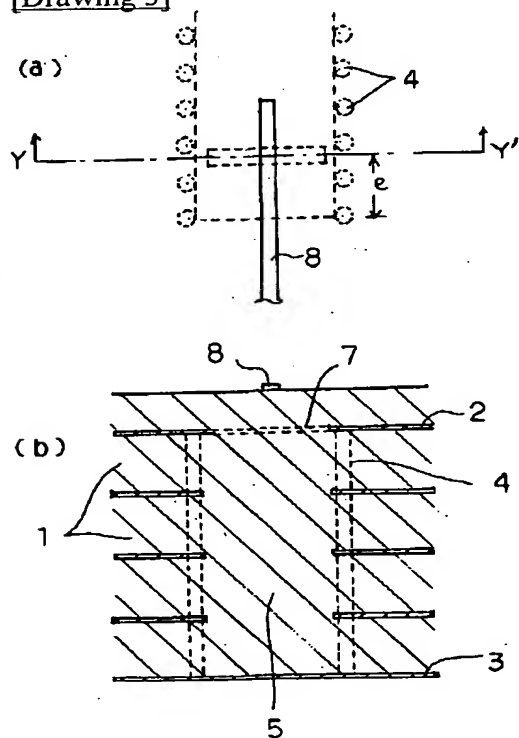
[Drawing 1]



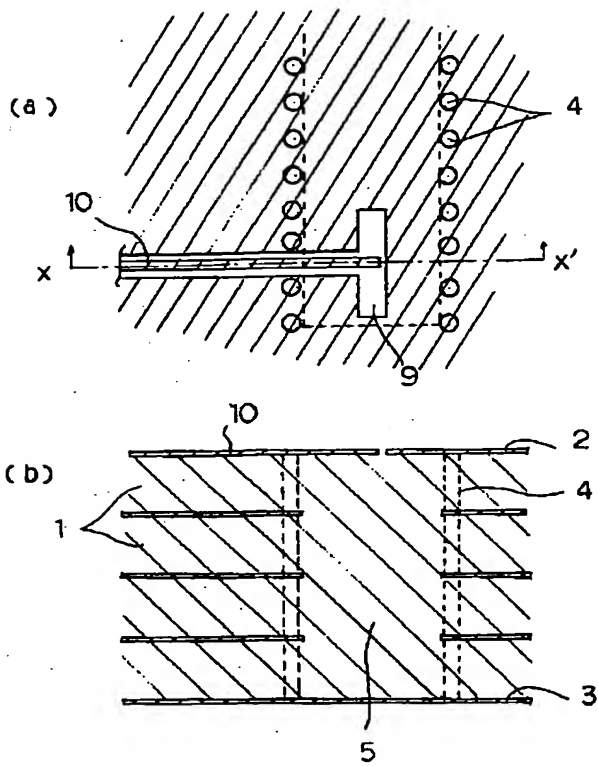
[Drawing 2]



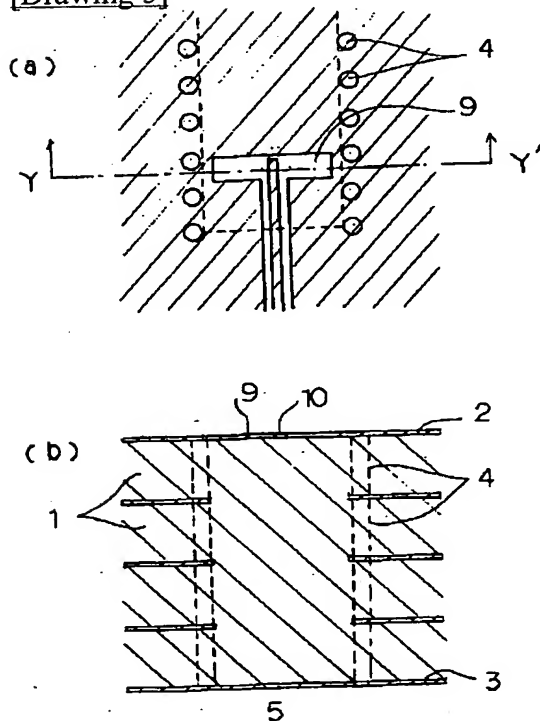
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 107518

(43) 公開日 平成10年(1998)4月24日

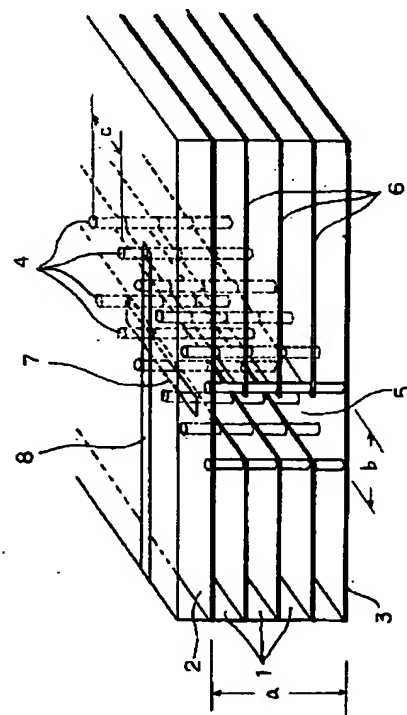
(51) Int. Cl. ⁶		識別記号	F I	
H 0 1 P	5/107		H 0 1 P	5/107 J
H 0 1 L	23/12	3 0 1	H 0 1 L	23/12 3 0 1 L
H 0 1 P	3/00		H 0 1 P	3/00
	3/12			3/12
H 0 5 K	3/46		H 0 5 K	3/46 N
審査請求		未請求	請求項の数 5	O L
				(全 7 頁)
				最終頁に続く
(21) 出願番号	特願平8-258824			
(22) 出願日	平成8年(1996)9月30日			
(71) 出願人	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22			
(72) 発明者	内村 弘志 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内			
(72) 発明者	竹之下 健 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内			

(54) 【発明の名称】 誘電体導波管線路および配線基板

(57) 【要約】

【課題】 高密度の配線基板における伝送線路として利用され、他の高周波伝送線路と結合可能で、積層化技術を用いて容易に作製可能な高周波領域において特性の安定した誘電体導波管線路と配線基板を提供する。

【解決手段】 誘電体 1 を挟んで平行に形成された一対の主導体層 2、3 と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で、前記主導体層 2、3 間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール 4 群で囲まれた領域によって誘電体導波管線路 5 が形成され、主導体層の少なくとも一方にスロット孔 7 を形成し、マイクロストリップ線路やコプレーナ線路を電磁結合される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体を挟み平行に形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記主導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備し、前記主導体層および前記バイアホール群に囲まれた導波管領域によって電気信号を伝達する誘電体導波管線路において、少なくとも一方の主導体層に、高周波伝送線路と電磁結合させるためのスロット孔を形成したことを特徴とする誘電体導波管線路。

【請求項2】前記高周波伝送線路が、マイクロストリップ線路からなり、前記スロット孔と対峙する位置に形成されてなることを特徴とする請求項1記載の誘電体導波管線路。

【請求項3】前記高周波伝送線路が、コプレーナ線路からなり、前記スロット孔が形成された主導体層に形成されてなることを特徴とする請求項1記載の誘電体導波管線路。

【請求項4】誘電体基板と、誘電体導波管線路と、マイクロストリップ線路とを具備する配線基板であって、前記誘電体導波管線路が、誘電体を挟み平行に形成され且つ少なくとも一方にスロット孔が形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記主導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備するとともに、前記マイクロストリップ線路を前記スロット孔と対峙する位置に形成することにより、前記誘電体導波管線路と前記マイクロストリップ線路とを電磁結合させたことを特徴とする配線基板。

【請求項5】誘電体基板と、誘電体導波管線路と、コプレーナ線路とを具備する配線基板であって、前記誘電体導波管線路が、誘電体を挟み平行に形成され且つ少なくとも一方にスロット孔が形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記主導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備するとともに、前記コプレーナ線路を前記スロット孔が形成された主導体層にて前記スロット孔と連結させることによって前記誘電体導波管線路と前記コプレーナ線路とを電磁結合させたことを特徴とする配線基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主にマイクロ波及びミリ波等の高周波の信号を伝達するための誘電体導波管線路およびそれを具備する多層配線基板や半導体パッケージなどの配線基板に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来より、マイクロ波やミリ波の高周波の信号を伝達するための線路としては、同軸線路、導波管、誘電体導波管、マイクロストリップ線路等が知られている。

【0003】また、最近では、配線回路内には、種類の異なる線路が複数配設され、これら相互間の結合技術が必要となっており、結合方法としても様々な方法が報告されている。例えば、同軸線路と導波管または誘電体導波管の結合は、同軸線路の信号線を導波管内に挿入して結合される。その他、ストリップ線路、マイクロ波線路との結合は、電磁結合によって行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】最近に至り、多層構造の配線基板内に、誘電体導波管を積層技術によって形成することが望まれており、例えば、特開平6-53711号においては、誘電体基板を一対の主導体層で挟み、さらに導体層間を接続する二列に配設されたバイアホール群によって、側壁を形成した導波管線路が提案されている。この導波管線路は、誘電体材料の四方を一対の主導体層とバイアホール群による疑似的な導体壁で囲むことによって導体壁内領域を信号伝達用の線路としたものである。

【0005】このような配線基板の内部に配設される積層型の誘電体導波管線路を、主にマイクロ波及びミリ波用のセラミック多層基板あるいは半導体パッケージの伝送線路として用いる上で、基板表面に実装されたIC素子や高周波素子と接続するには、基板表面に形成されるマイクロストリップ線路やコプレーナ線路を介して接続することが考えられるが、これまで、上記の積層型誘電体導波管線路と他の伝送線路との結合構造については、具体的に検討されていないのが現状であった。

【0006】しかし、これら従来の線路には、次のような問題点がある。まず、ストリップ線路またはマイクロストリップ線路はその構成が非常に簡単で、積層化技術による作製に適しているが、30GHz以上のミリ波帯では伝送特性が劣化するという問題点がある。

【0007】一方、導波管は伝送特性において非常に優れているが、サイズの大きいという欠点がある。例えば、60GHz用の標準的な矩形導波管であってもその内径は3.76mm×1.88mmであり、マイクロ波またはミリ波用の多層基板あるいは半導体パッケージに適用するには大きすぎる。これに対して、その内部に誘電体が詰まった誘電体導波管は、誘電体の比誘電率を ϵ とすると、導波管サイズは $1/\epsilon^{1/2}$ となるので、比誘電率の大きい誘電体を用いることによって、導波管のサイズを小さくすることが出来る。しかし、基本的には誘電体の外側は導体壁で覆われている必要があるため、積層化技術により作製する事は困難であった。

【0008】また、特開平6-53711号に示されている誘電体基板を用いた導波管線路は、誘電体基板と導波管との一体化を図るとともに、生産性の向上を図るという点で優れたものである。しかし、使用する周波数のわずかな変動によって透過特性が変動するという問題があった。また、誘電体基板の比誘電率が低い場合、多層

基板または半導体パッケージに適用するためには、使用する周波数が限られる。例えば、伝送線路幅を1mm以下にするためには約100GHz以上の高周波域でないと実現できない。また、多くの誘電体基板は誘電正接が大きいので、導波管構造をとっても誘電損失が大きいという問題点があった。

【0009】従って、本発明の目的は、多層基板あるいは半導体パッケージにおける伝送線路として利用可能であり、積層化技術を用いて容易に作製可能な誘電体導波管線路と配線基板を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】発明者らは、積層型の誘電体導波管線路と他の伝送線路との結合構造について検討を重ねた結果、誘電体導波管線路における主導体層の一部にスロット孔を形成し、このスロット孔を介して、他の伝送線路を対峙させることにより結合できることを見いだしたものである。

【0011】即ち、本発明の誘電体導波管線路は、誘電体を挟み平行に形成された一対の主導体層と、信号伝達方向に遮断波長以下の間隔で前記主導体層間を電氣的に接続するように形成された二列のバイアホール群とを具備し、前記主導体層および前記バイアホール群に囲まれた導波管領域によって電気信号を伝達する誘電体導波管線路において、少なくとも一方の主導体層に、高周波伝送線路と電磁結合させるためのスロット孔を形成したことを特徴とするものである。

【0012】また、誘電体基板と、前記誘電体導波管線路と、マイクロストリップ線路とを具備する配線基板において、前記誘電体導波管線路の少なくとも一方の主導体層にスロット孔が形成され、前記マイクロストリップ線路を前記スロット孔と対峙する位置に形成することにより、前記誘電体導波管線路と前記マイクロストリップ線路とを電磁結合させたことを特徴とするものである。

【0013】また、前記誘電体導波管線路と、コプレーナ線路とを具備する配線基板においては、前記誘電体導波管線路の少なくとも一方の主導体層にスロット孔が形成され、前記コプレーナ線路を前記スロット孔が形成された主導体層にて前記スロット孔と連結させることによって前記誘電体導波管線路と前記コプレーナ線路とを電磁結合させたことを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の誘電体導波管線路の一実施例を説明するための概略斜視図である。図1において、1は誘電体基板、2、3は主導体層、4はバイアホールである。

【0015】図1によれば、誘電体1を挟んで所定の間隔aをもって一対の主導体層2、3が平行に形成されている。主導体層2、3は、誘電体1の少なくとも線路形成位置を挟む上下面の一面に形成されている。また、主

導体層2、3間には、主導体層2、3とを電氣的に接続するバイアホール4が多数設けられている。バイアホール4群は、所定間隔bをもって二列に配列され、かつバイアホールのそれぞれは、信号伝達方向、つまり線路形成方向に所定間隔cをもって形成されている。

【0016】かかる構造において、所定間隔aに対する制限は特にないが、シングルモードで用いる場合には、前記間隔bに対して、 $b/2$ 程度または2b程度とすることがよく、所定間隔cは、遮断波長以下の間隔に設定されることで電氣的な壁を形成している。

【0017】平行におかれた一対の主導体層2、3間にはTEM波が伝播できるため、バイアホール4の間隔cが遮断波長 λ_c よりも大きいと、この線路に電磁波を給電しても、ここで作られる疑似的な導波管に沿って伝播しない。しかし、バイアホール間隔cが遮断波長 λ_c よりも小さいと、電磁波は伝送線路に対して垂直方向に伝播することができず、反射しながら伝送線路方向に伝播される。その結果、図1の構成によれば、主導体層2、3および多数のバイアホール4群によって囲まれる断面積 $a \times b$ のサイズの領域Aが誘電体導波管線路5となる。

【0018】なお、バイアホール4群は二列のみならず、四列あるいは六列に配設して、バイアホール4による疑似的な導体壁を二重、三重に形成することにより、導体壁からの電磁波の漏れをより防止することができる。

【0019】また、かかる誘電体導波管線路においては、主導体層2、3の間に、導波管線路の側壁を形成するバイアホール4と接続され、主導体層2、3と平行に形成された副導体層6を形成することが望ましい。この副導体層6の形成によって、導波管線路内部から見ると、線路の側壁はバイアホール4と副導体層6によって細かな格子状になることから、線路からの電磁波の遮蔽効果を高めることができるのである。

【0020】また、本発明によれば、上記誘電体導波管線路における主導体層2、3のうち少なくとも一方に導体を形成しないスロット孔7を形成する。このスロット孔7は、主導体層の導波管線路における領域Aに面する一部に長孔として形成され、図1によれば、スロット孔7の長手方向が導波管線路方向と平行になるように形成されている。そして、主導体層2に形成されたスロット孔7と対峙する位置に、高周波伝送線路としてマイクロストリップ線路8が形成され、このスロット孔7を介して、導波管線路5とマイクロストリップ線路8とは電磁結合される。

【0021】かかる結合構造において、誘電体導波管線路5におけるa、bを $a \approx 2b$ の関係にすると誘電体1の上下面を電界と平行になる面とするTE10を主モードとして伝播する導波管と類似の構造となり、図1の結合構造でのマイクロストリップ線路8では、TEM波に

近いモードが伝播する。従って、具体的には、伝播させる電磁波の波長を λ とすると、マイクロストリップ線路8のスロットの中心から線路端までの長さを $\lambda/4$ 程度、スロット孔7の長手方向長さを $\lambda/2$ 程度とすると、導波管線路5と電磁結合させることができる。

【0022】上記図1および図1の平面図である図2(a)および図2(a)のX-X'断面図である図2(b)は、マイクロストリップ線路8と導波管線路5とのTE10モードによる結合構造であって、この高周波伝送線路8は、平面的に見てスロット孔7の長手方向に対して伝送線路方向が導波管線路の中央部で直角に交差するように形成される。そして、マイクロストリップ線路8と導波管線路5の端部との長さdを $\lambda/4$ 程度とすると、端部で反射されて逆位相となった電波(図の下方に進んだ電波)は、図の上方向に進んだ電波と同位相で加わり、良好な特性が得られる。

【0023】また、図3はマイクロストリップ線路8と導波管線路5とのTM11モードによる結合構造である。図3(a)の平面図および図3(a)におけるY-Y'断面図に示されるように、スロット孔7の長手方向が誘電体導波管線路5の線路方向に対して直角となるように形成され、マイクロストリップ線路8をスロット孔7の長手方向に対して伝送線路方向が導波管線路の中央部で直角に交差するように形成される。そして、スロット孔7と導波管線路5の端部との長さeを $\lambda/4$ 程度とすると、TE10モードの場合と同様に良好な特性が得られる。

【0024】図1乃至図3に示した構造によって、誘電体導波管線路とマイクロストリップ線路とは電磁的に結合され、両線路間の信号の伝達が可能となる。そして、配線基板として、例えば、上記の配線基板の表面に形成されたマイクロストリップ線路と配線基板表面に実装されたIC素子や高周波素子とを電気的に接続し、図1乃至図3のとの接合構造によって、高周波導波管線路はマイクロストリップ線路を介してIC素子や高周波伝送線路との信号の伝達が可能となるのである。

【0025】次に、図4は、導波管線路とコプレーナ線路とのTE10モードによる結合構造を示すもので

(a)は平面図、(b)はそのX-X'断面図である。図4によれば、主導体層2には、長孔からなるスロット孔9が、長手方向が導波管線路5の線路方向と平行な方向に形成されている。また、コプレーナ線路9は、スロット孔9が形成された主導体層2に形成されており、主導体層2に形成されたスロット孔9と直交するように連結されている。

【0026】また、図5は、導波管線路とコプレーナ線路とのLSEモードによる結合構造を示すもので(a)は平面図、(b)は、そのY-Y'断面図である。図5によれば、主導体層2には、長孔からなるスロット孔9が、長手方向が導波管線路5の線路方向と垂直な方向に

形成されている。また、コプレーナ線路10は、スロット孔9が形成された主導体層2に形成されており、主導体層2に形成されたスロット孔9と直交するように連結されている。

【0027】図4および図5に示した構造によって、誘電体導波管線路5とコプレーナ線路10とは電磁的に結合され、両線路間の信号の伝達が可能となる。そして、配線基板として、例えば、上記のコプレーナ線路をIC素子や高周波素子と電気的に接続し、前記コプレーナ線路との接合構造によって、高周波導波管線路はコプレーナ線路を介して信号の伝達が可能となるのである。

【0028】上記の導波管線路によれば、誘電体導波管となるので誘電体1の比誘電率を ϵ とすると、導波管サイズは通常の導波管の $1/\epsilon^{1/2}$ の大きさになる。従って、誘電体1を比誘電率の大きい材料によって構成するほど、導波管サイズは小さくすることができ、高密度に配線が形成される多層配線基板または半導体パッケージの伝送線路として利用可能な大きさになる。

【0029】本発明における誘電体1としては、誘電体として機能し高周波信号の伝達を妨げるものではない特性を有するものであれば、とりわけ限定するものではないが、後述するように、線路を形成する際の精度および製造の容易性の点からは誘電体1は、セラミックスからなることが望ましい。

【0030】誘電体セラミックスとしては、これまで、様々な比誘電率を持つセラミックスが知られているが、本発明の導波管線路によって高周波の信号を伝達するためには、誘電体セラミックスは常誘電体であることが望ましい。これは、一般に強誘電体セラミックスは、高周波領域では誘電損失が大きく伝送損失が大きくなるためである。従って、誘電体基板の比誘電率は4~100程度が適当である。

【0031】また、一般に配線基板やパッケージに形成される配線層の線幅は最大でも1mmであることから、比誘電率100の材料を用い、上部がH面、即ち磁界が上下の面に平行に巻く電磁界分布になるように用いた場合、用いることのできる最小の周波数は15GHzと算出され、マイクロ波領域でも利用可能となる。一方、一般的に誘電体基板として樹脂が用いられるが、この樹脂からなる誘電体は比誘電率が約2程度であるため、線幅が1mmの場合、約100GHz以上でないと利用することができない。

【0032】また、このような常誘電体セラミックスの中には、アルミナ、シリカ等のように誘電正接が非常に小さなものが多いが、全ての常誘電体を利用可能であるわけではない。導波管の場合、導体による損失はほとんどなく、信号伝送時の損失のほとんどは誘電体による損失である。誘電体による損失 α (dB/m)は、下記のように表される。

【0033】

$$\alpha = 27.3 \cdot \tan \delta / \lambda / \{1 - (\lambda / \lambda_c)^2\}^{1/2}$$

式中、 $\tan \delta$ ：誘電体の誘電正接

λ ：誘電体中の波長、

λ_c ：遮断波長

規格化された矩形導波管(WRJシリーズ)形状に準ずると、数1中の $\{1 - (\lambda / \lambda_c)^2\}^{1/2}$ は0.75程度である。従って、実用に共し得る伝送損失-100(dB/m)以下にするには、下記数2の関係が成立するように誘電体を選択することが必要である。

$$【0034】 f \cdot \epsilon^{1/2} \cdot \tan \delta \leq 0.8$$

式中、 f は使用する周波数(GHz)である。

【0035】図1乃至図5に示した誘電体導波管線路は、セラミックス多層化技術と同様な方法で容易に作製できる。例えば、誘電体1を形成し得るセラミック粉末をドクターブレード法や圧延法によってシート状成形体(グリーンシート)を作製する。

【0036】そして、そのグリーンシートに対して、それぞれの層に応じてメタライズインクを各層の導体パターンに従い印刷し、また、誘電体導波管線路の側壁部を形成するバイアホールをパンチング、レーザー等によって形成し、そのホール内にメタライズインクを充填する。このようにして、主導体層や副導体層およびバイアホールが形成された複数のグリーンシートを位置合わせして積層し、これらを同時焼成することにより、本発明の導波管線路および配線基板を形成することができる。

【0037】この同時焼成技術によって製造する場合、例えば、誘電体セラミックスが、アルミナである場合、主導体層、副導体層、バイアホール、高周波伝送線路は、W、Mo等の高融点金属によって形成し、誘電体セラミックスがガラス-セラミックス等の場合には、主導体層、副導体層、バイアホール、高周波伝送線路は、銅、銀等によって形成すればよい。

【0038】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の導波管線路

によれば、主導体層の一部にスロット孔を形成することによって、容易に他の高周波伝送線路と電磁結合することができ、信号の伝達が可能となる。しかも、かかる構造を有する導波管線路および配線基板は、従来のセラミックス積層技術を応用して容易に作製することができ、また、比誘電率の高いセラミックスを用いることによって高密度配線の多層配線基板や半導体パッケージ等に十分適用でき、マイクロ波からミリ波まで安定した特性の導波管線路を形成することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における導波管線路とマイクロストリップ線路とのTE10モードの結合構造を説明するための概略斜視図である。

【図2】図1の結合構造の(a)平面図、(b)(a)のX-X'断面図である。

【図3】本発明における導波管線路とマイクロストリップ線路とのTM11モードの結合構造を説明するための(a)平面図および(b)(a)のY-Y'断面図である。

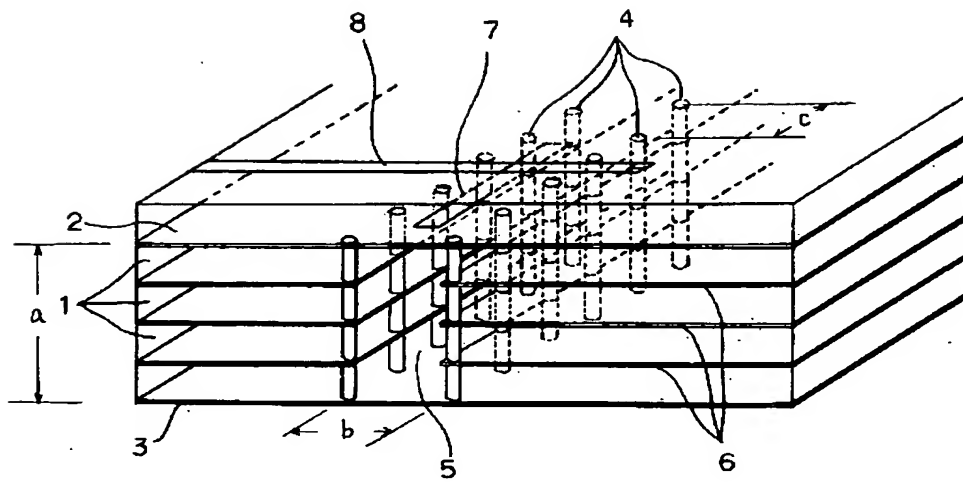
20 【図4】本発明における導波管線路とコプレーナ線路とのTE10モードの結合構造を説明するための(a)平面図および(b)(a)のX-X'断面図である。

【図5】本発明における導波管線路とコプレーナ線路とのTM11モードの結合構造を説明するための(a)平面図および(b)(a)のY-Y'断面図である。

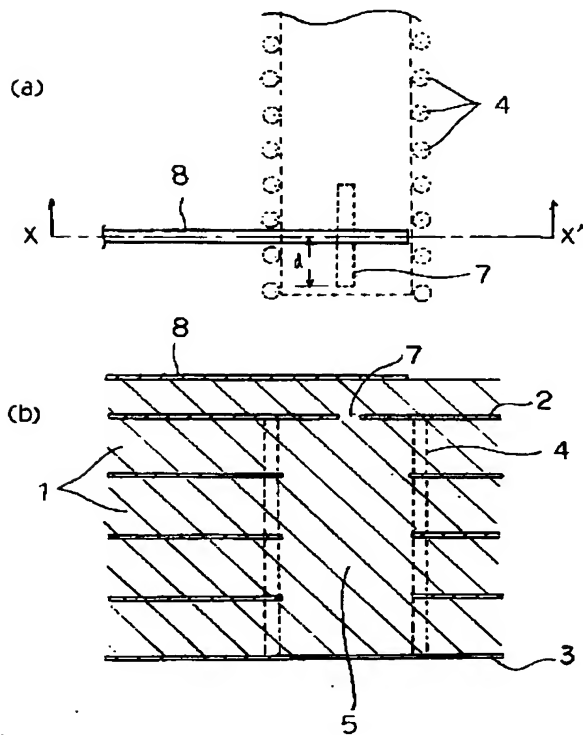
【符号の説明】

- 1 誘電体基板
- 2、3 主導体層
- 4 バイアホール
- 5 導波管線路
- 6 副導体層
- 7、9 スロット孔
- 8 マイクロストリップ線路
- 10 コプレーナ線路

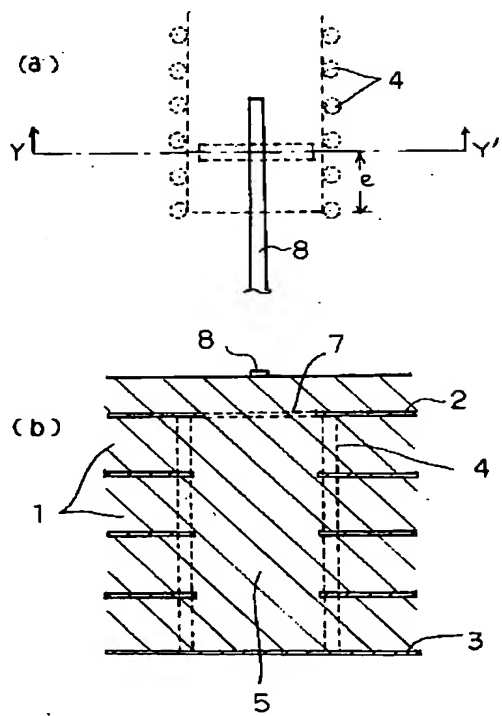
【図1】



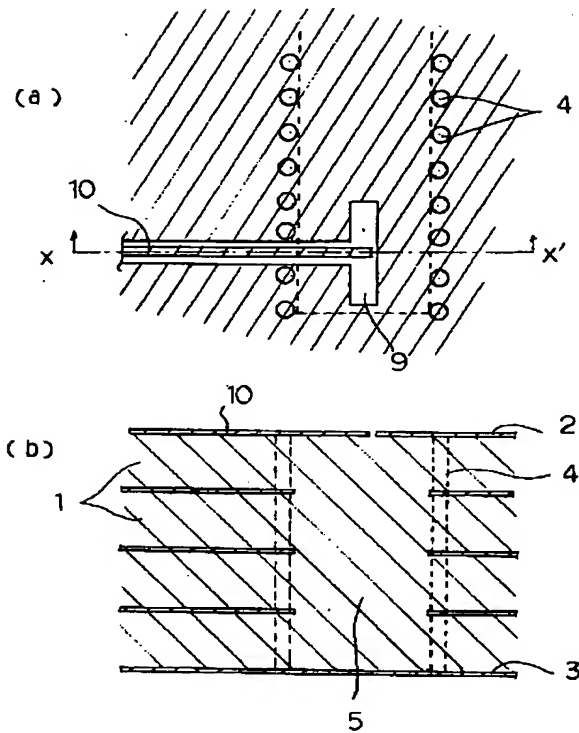
【図2】



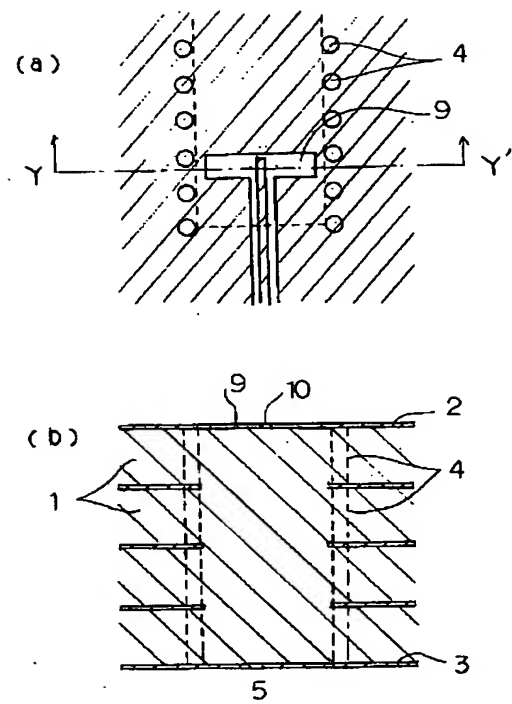
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 5 K 3/46

識別記号

F I

H 0 5 K 3/46

Q